ПАРАЗИТОЛОГИЯ, 50, 5, 2016

УДК 598.2:576.895.1+591.111.1

ГЕМАТОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ КРОВИ СЕРЕБРИСТОЙ ЧАЙКИ *LARUS ARGENTATUS* ПРИ ИНВАЗИИ ЦЕСТОДАМИ *DIPHYLLOBOTHRIUM DENDRITICUM* (CESTODA: DIPHYLLOBOTHRIIDAE)

© М. М. Куклина,* В. В. Куклин

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН
ул. Владимирская, 17, Мурманск, 183010
* E-mail: MM_Kuklina@mail.ru

Поступила 16.03.2016

Проведен сравнительный анализ параметров крови серебристых чаек *Larus argentatus*, зараженных ленточными червями *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Diphyllobothriidae) и свободных от инвазии. С использованием гематологических, цитологических и биохимических методов оценено влияние заражения *D. dendriticum* на физиологическое состояние серебристой чайки. Установлено, что у птиц при инвазии дифиллоботриидами снижаются концентрация гемоглобина и общее количество эритроцитов, повышаются уровень общего количества лейкоцитов и сорбционная способность эритроцитов. Показано, что при дифиллоботриидной инвазии соотношение количества эозинофилов к количеству лимфоцитов увеличивается в 1.8 раза по сравнению с контрольными значениями. Также установлены изменения в белковом (снижение концентрации общего белка, повышение уровней мочевой кислоты, модифицированной формы альбумина и циркулирующих иммунных комплексов, увеличение активности трансаминаз), липидном (уменьшение содержания триглицеридов и фосфолипидов), углеводном (повышение уровня глюкозы и активности лактатдегидрогеназы) и минеральном (снижение концентраций фосфора неорганического, кальция, магния, натрия и активности щелочной фосфатазы) обменах птиц, инвазированных *D. dendriticum*. Высказано предположение, что полученные результаты свидетельствуют о нарушении процессов пищеварения и деятельности иммунной и кровеносной систем птиц при инвазии *D. dendriticum*.

Ключевые слова: серебристая чайка, *Larus argentatus*, *Diphyllobothrium dendriticum*, гематология, биохимия крови, эозинофилы, анемия.

Ленточный червь *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Diphyllobothriidae), часто именуемый «чаечный лентец», несмотря на широкое распространение в северной части Голарктики, до недавнего времени в гельминтофауне морских птиц Мурманского побережья Баренцева моря не был отмечен (Белопольская, 1952; Галактионов и др., 1997). Лишь в 2000 г. *D. dendriticum* был обнаружен в кишечнике морской чайки *Larus marinus*

(Куклин, Кисова, 2007). Для указанного вида цестод характерна широкая специфичность по отношению к окончательным хозяевам, роль которых играют многие виды рыбоядных птиц, некоторые виды млекопитающих и человек. Люди могут заразиться *D. dendriticum* при употреблении в пищу недостаточно термически обработанных лососевых рыб, выполняющих в жизненном цикле цестод функции вторых промежуточных или паратенических хозяев (Делямуре и др., 1985). Случаи спонтанных инвазий человека *D. dendriticum* неоднократно описаны в литературе (Dick et al., 2001; de Marval et al., 2013). По этим причинам изучение влияния паразитирования лентецов на физиологическое состояние и обмен веществ окончательных хозяев представляет значительный научный и практический интерес.

В связи с потенциальной опасностью для здоровья человека многие аспекты биологии *D. dendriticum* и взаимоотношений этих цестод с хозяевами изучались достаточно детально. Расшифрован жизненный цикл и установлены особенности развития *D. dendriticum* в желудочно-кишечном тракте чайковых птиц (Фрезе, 1977; Пронин и др., 1989; Sharp et al., 1990). В экспериментальных условиях исследовано влияние *D. dendriticum* на морфофункциональные изменения в органах иммунной и пищеварительной систем, а также на клеточный состав крови и реакции иммунной системы дефинитивных хозяев (серебристой чайки, монгольской чайки) (Мазур и др., 2007; Пронина и др., 2009; Мазур и др., 2013).

Анализ опубликованных материалов показал, что серебристая чайка может служить удобным модельным объектом для изучения многих процессов, происходящих в организме хозяина при паразитировании *D. dendriticum*. Тем не менее многие аспекты во взаимоотношениях дифиллоботриид с окончательными хозяевами (в частности, влияние гельминтной инвазии на обмен веществ) к настоящему времени исследованы недостаточно.

Оценка влияния инвазии *D. dendriticum* на физиологическое состояние серебристой чайки *L. argentatus* с использованием гематологических, цитологических и биохимических методов стало целью настоящей работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для исследования собран в ходе береговых экспедиций на Восточном Мурмане в период с 2000 по 2010 г. В качестве объектов изучения использовали серебристых чаек *Larus argentatus* Pontoppidan, 1763 ($n = 12$). Птиц отлавливали и производили отбор крови из подкрыльцевой вены. Затем чаек усыпляли с помощью хлороформа, вскрывали и вырезали желудочно-кишечный тракт. Проводили гельминтологическое исследование птиц. Поиск, фиксацию, изготовление тотальных препаратов и идентификацию паразитов осуществляли по стандартным методикам (Галактионов и др., 1997; Куклин, 2013).

В день взятия крови проводили гематологический анализ. Производили подсчет общего количества эритроцитов и лейкоцитов, измеряли концентрацию гемоглобина (Лабораторные ..., 1987). Сорбционную способность эритроцитов (ССЭ) определяли по методике Тогайбаева (Тогайбаев и др., 1988), а перекисное окисление липидов (ПОЛ) эритроцитов (определение содержания малонового диальдегида (МДА)) — по реакции с тиобарбитуровой кислотой (Камышников, 2000). Изготавливали мазки крови, по которым после окрашивания по методу Романовского—Гимзе определяли лейкоцитарную формулу крови (Болотников, 1965). Рассчитывали соотношения числа нейтрофилов к числу лимфоцитов (Н/Л) и количества эозинофилов к количеству лимфоцитов (Э/Л).

Наряду с этим проводили биохимический анализ состава плазмы крови птиц. Гепаринизированную кровь центрифугировали при 2000 об/мин в течение 15 мин. Полученную плазму крови замораживали и впоследствии обрабатывали в лабораторных условиях. В плазме крови определяли концентрацию общего белка с помощью биуретового метода, а также содержание белковых фракций — с использованием электрофореза на бумаге (Камышников, 2000). С применением метода Троицкого и соавт. измеряли уровень модифицированной формы альбумина (Троицкий и др., 1986). Содержание циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) определяли с помощью полиэтиленгликоля (Лабораторные ..., 1987). Активности аланин-(АлАТ), аспартат-(АсАТ) и гамма-глутамилтрансферазы (γ-ГТФ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), α-амилазы, щелочной фосфатазы (ЩФ), а также концентрации мочевины, мочевой кислоты, креатинина, триглицеридов, холестерина, глюкозы, фосфора неорганического, кальция, калия, натрия, магния, хлоридов и С-реактивного белка измеряли с использованием наборов для биохимического анализа фирмы «Абрис+» (Россия). Содержание общих липидов, фосфолипидов и меди определяли при помощи наборов для биохимического анализа фирмы «Lachema» (Чехия).

Обработка результатов выполнена с помощью статистического пакета «Microsoft Excel». Все данные представлены в таблицах в виде среднего арифметического значения с указанием стандартной ошибки. Достоверность различий между сравниваемыми значениями биохимических параметров оценивали по t-критерию Стьюдента (Матюшичев, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе гельминтологического обследования установлено, что 5 особей серебристой чайки были инвазированы цестодами *D. dendriticum*. В кишечнике каждой из этих птиц обнаружено по 1 экз. половозрелого лентеца длиной 30—90 см. Показатели птиц (n = 7 экз.), свободных от заражения, использовали в качестве контрольных значений.

Обнаружено, что у зараженных серебристых чаек значения гематологических показателей имеют существенные отличия от параметров контрольных особей (табл. 1). У инвазированных птиц отмечено снижение концентрации гемоглобина (на 29 %) и общего количества эритроцитов (на 23 %), а также повышение ССЭ (на 60.6 %) и общего количества лейкоцитов (на 51 %) ($p < 0.05$). Тем не менее процессы ПОЛ эритроцитов протекают в пределах нормы. Так, уровни содержания МДА в эритроцитах зараженных и незараженных чаек не имеют достоверных различий. При анализе лейкоцитарного состава крови установлено уменьшение количества лимфоцитов (на 12.8 %) и увеличение количества эозинофилов в 1.6 раза у зараженных серебристых чаек по сравнению с контрольными показателями

Таблица 1

Гематологические показатели зараженных и незараженных серебристых чаек

Table 1. Hematological parameters of infested and uninfested herring gulls

Показатели	Незараженные чайки	Зараженные чайки
Гемоглобин, г/л	154.3 ± 11.3	109.5 ± 8.6*
Общее количество эритроцитов, $\times 10^{12}$	2.4 ± 0.15	1.85 ± 0.1*
Общее количество эритроцитов, $\times 10^{9}$	14.5 ± 1.2	21.9 ± 1.3*
Сорбционная способность эритроцитов, %	52.8 ± 4.7	84.8 ± 7.4*
ПОЛ, МДА мкмоль/л	52.6 ± 3.2	54.8 ± 2.3
Лейкоцитарный состав крови		
Лимфоциты, общие, %	58.7 ± 3.9	51.2 ± 4.1*
Моноциты, %	0.6 ± 0.01	0.8 ± 0.01
Базофилы, %	0.3 ± 0.01	0.7 ± 0.01
Эозинофилы, %	8.7 ± 0.7	14.3 ± 1.2*
Нейтрофилы, %	31.7 ± 2.7	33.0 ± 2.5
Индексы		
Н/Л	0.7 ± 0.05	0.9 ± 0.05
Э/Л	0.15 ± 0.01	0.27 ± 0.01*

Примечание. * — различия достоверны относительно показателей незараженных чаек ($p < 0.05$).

($p < 0.05$). Соотношение Н/Л не имело достоверных различий у двух сравниваемых групп птиц. В то же время соотношение Э/Л у инвазированных чаек превышало в 1.8 раза значение аналогичного параметра у неинвазированных особей ($p < 0.05$).

Наряду с этим проведен сравнительный анализ биохимических показателей плазмы крови птиц, свободных от инвазии, и птиц, зараженных ленточными червями *D. dendriticum* (табл. 2, 3).

Установлено, что при дифиллоботриозе серебристых чаек наблюдаются значительные изменения в белковом обмене (табл. 2). В плазме крови зараженных птиц снижаются уровень общего белка на 38.1 % и содержание белковых фракций — в частности, альбумина — на 36.6 %, а также повышаются концентрации модифицированной формы альбумина в 1.8 раза и мочевой кислоты на 60.2 % по сравнению с аналогичными показателями чаек, свободных от инвазии ($p < 0.05$). В плазме крови инвазированных птиц по сравнению с контрольными значениями увеличиваются активности трансаминаз: АлАТ — в 2.2 раза, АсАТ и γ-ГТФ — в 1.5 раза ($p < 0.05$). Также зафиксированы изменения в деятельности иммунной системы птиц при заражении *D. dendriticum* — увеличение концентрации ЦИК в 1.5 раза относительно параметров особей, свободных от заражения, а также появление С-реактивного белка ($p < 0.05$).

При анализе показателей углеводного обмена отмечено увеличение концентрации глюкозы в 1.8 раза и активности ЛДГ в 1.6 раза в плазме крови инвазированных чаек по сравнению с незараженными чайками ($p < 0.05$) (табл. 3). При исследовании параметров липидного обмена в

Таблица 2

Показатели белкового обмена зараженных и незараженных серебристых чаек

Table 2. Parameters of protein metabolism of infested and uninfested herring gulls

Показатели	Незараженные чайки	Зараженные чайки
Общий белок, г/л	44.6 ± 3.3	27.6 ± 1.2*
Белковые фракции		
Альбумин, г/л	24.3 ± 1.5	15.4 ± 0.75*
Альфа-глобулины, г/л	5.5 ± 0.3	2.6 ± 0.53
Бета-глобулины, г/л	7.3 ± 0.8	4.9 ± 0.7
Гамма-глобулины, г/л	7.5 ± 0.8	4.7 ± 0.8
Мод. альбумин, %	22.5 ± 1.1	40.7 ± 0.97*
γ-ГТФ, ммоль/л×ч	3.1 ± 0.2	4.8 ± 0.2*
АлАТ, ммоль/л×ч	0.58 ± 0.05	1.3 ± 0.1*
АсАТ, ммоль/л×ч	1.0 ± 0.1	1.5 ± 0.1*
Мочевина, ммоль/л	2.8 ± 0.3	2.8 ± 0.57
Мочевая кислота, ммоль/л	0.78 ± 0.1	1.25 ± 0.1*
Креатинин, мкмоль/л	57.5 ± 3.7	35.5 ± 1.7
ЦИК, оп. ед.	62.3 ± 4.1	91.0 ± 0.42*
С-реактивный белок	Нет реакции	Реакция положительная

Примечание. * — различия достоверны относительно показателей незараженных чаек ($p < 0.05$).

Таблица 3

Показатели углеводного, липидного и минерального обменов зараженных и незараженных чаек

Table 3. Parameters of carbohydrate, lipid and mineral metabolisms of infested and uninfested herring gulls

Показатели	Незараженные чайки	Зараженные чайки
Глюкоза, ммоль/л	12.9 ± 1.1	22.7 ± 1.3*
α-амилаза, мг/с×л	21.5 ± 0.2	22.3 ± 0.2
ЛДГ, ммоль/л×ч	245.8 ± 19.3	400.8 ± 27.3*
Общие липиды, г/л	5.1 ± 0.5	6.7 ± 0.6
Фосфолипиды, ммоль/л	4.2 ± 0.2	2.9 ± 0.47*
Триглицериды, ммоль/л	3.2 ± 0.3	1.2 ± 0.2*
Холестерин, ммоль/л	5.7 ± 0.5	7.25 ± 0.49
Фосфор неорганический, ммоль/л	2.3 ± 0.2	1.6 ± 0.1*
Кальций, ммоль/л	2.8 ± 0.1	2.1 ± 0.2*
Калий, ммоль/л	4.1 ± 0.2	3.4 ± 0.3
Натрий, ммоль/л	147.1 ± 9.8	110.3 ± 5.4*
Магний, ммоль/л	1.7 ± 0.2	1.3 ± 0.3*
Хлориды, ммоль/л	116.3 ± 8.7	101.9 ± 7.3
Медь, мкмоль/л	5.3 ± 0.4	4.8 ± 0.3
ЩФ, ммоль/л×ч	75.8 ± 4.7	52.1 ± 3.9*

Примечание. * — различия достоверны относительно показателей незараженных чаек ($p < 0.05$).

плазме крови птиц при инвазии дифиллоботриидами зарегистрировано снижение уровней фосфолипидов на 30.9 % и триглицеридов на 62.5 % ($p < 0.05$). Показатели минерального обмена инвазированных чаек существенно отличались от аналогичных параметров птиц, свободных от инвазии. Установлено снижение концентраций неорганического фосфора на 30.4 % и кальция на 25 %, а также содержания натрия на 25 % и магния на 23.5 % в плазме крови чаек, зараженных дифиллоботриидами. Уменьшение активности щелочной фосфатазы в плазме крови инвазированных чаек составило 31.2 % по сравнению с активностью ЩФ контроля ($p < 0.05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Цестоды *D. dendriticum* паразитируют в тонком кишечнике чайковых птиц, главным образом в медиальном и дистальном отделах (Фрезе, 1977; Пронина и др., 2009; Куклина, 2015а). Ввиду крупных размеров и продолжительного срока жизни, дифиллоботрииды вызывают существенные изменения как в гематологии, так и в обмене веществ хозяев. В ходе проведенного исследования установлены ярко выраженные клинические нарушения в организме серебристой чайки при заражении *D. dendriticum*.

Как и большинство гельминтозов, дифиллоботриидная инвазия у серебристых чаек сопровождается эозинофилией. Наличие повышенного содержания эозинофилов в крови свидетельствует о проявлении аллергической реакции организма хозяина. Для более детальной характеристики физиологического состояния серебристых чаек при дифиллоботриозе выбраны относительные параметры — соотношения количества лейкоцитов крови (Н/Л и Э/Л). Индекс Н/Л часто используется для оценки здоровья популяций птиц в природных условиях (Artacho et al., 2007; Mallory et al., 2007). По итогам настоящего исследования существенных отличий показателя Н/Л у зараженных и незараженных серебристых чаек не отмечено. При сравнительном анализе индексов Э/Л у зараженных и незараженных особей установлены достоверные изменения. Следует отметить, что надежных маркеров, свидетельствующих о патологических изменениях в организме птиц, зараженных гельминтами, к настоящему времени очень немного, а для получения этих показателей необходимы комплексные анализы внутренних органов и тканей животных. Использование указанного показателя (Э/Л) представляется весьма перспективным для прижизненной диагностики физиологического состояния серебристых чаек и здоровья их популяций в природных условиях, так как к числу факторов, часто вызывающих клинические отклонения от нормы, безусловно, относятся и паразитарные инвазии.

В ходе настоящего исследования у серебристых чаек, инвазированных ленточными червями *D. dendriticum*, зарегистрированы признаки анемии — снижение концентрации гемоглобина и уменьшение общего количества эритроцитов. Более того о выраженной анемии, дефиците витамина B_{12} в организме и недостатке ионов магния и цинка в питании свидетельствует снижение активности щелочной фосфатазы в плазме крови чаек, инвазированных дифиллоботриидами. Для большинства форм дифиллоботриозов в качестве основного клинического нарушения отмечают именно анемию (Клинико-лабораторная ..., 2001). При экспериментальном заражении дифиллоботриидами щенков песцов и птенцов серебристой чайки, сирийского хомячка, кошки установлены факты эритропении и гемоглобинопении (Аникиева и др., 1988; Мазур и др., 2007; Мазур и др., 2013). Большинство исследователей проявление анемии при дифиллоботриозе у окончательного хозяина связывают с усиленным поглощением червями витамина B_{12} (Леутская, 1984). Известно, что витамин B_{12} стимулирует нормальный эритропоэз и принимает активное участие в синтезе гема (Кассирский, Алексеев, 1962). Установлено, что невероятно высокие концентрации витамина B_{12} накапливают в своем теле дифиллоботрииды *D. latum* (Nyberg, 1958; Леутская, 1984). По всей видимости, это связано с тем фактом, что именно в зоне локализации указанных лентецов в кишечнике хозяина — медиальном и дистальном отделах — происходит всасывание витамина B_{12}. Вероятно, изменения гематологии крови чаек, зараженных дифиллоботриидами, связаны с активным поглощением лентецами витамина B_{12} и во многом определяется локализацией цестод в определенном участке кишечника окончательного хозяина.

При исследовании биохимии крови установлены изменения показателей, которые наглядно свидетельствуют о недостаточном и неполноценном питании, а также о нарушениях процессов пищеварения серебристых чаек. Зарегистрированные отклонения от нормы (снижение уровней общего белка, альбумина и триглицеридов, а также увеличение концентрации мочевой кислоты) в плазме крови серебристых чаек, инвазированных *D. dendriticum*, ранее отмечались и у чаек, которых в ходе экспериментальных исследований полностью или частично лишали пищи (Totzke et al., 1999). Аналогичные результаты продемонстрированы и другими исследователями при анализе последствий для разных окончательных хозяев, экспериментально зараженных дифиллоботриидами. Снижение концентрации альбумина установлено в плазме крови инвазированных птенцов серебристой чайки на 9-й день опыта (Мазур и др., 2007). Уровни триглицеридов и фосфолипидов в плазме крови также уменьшались у зараженных хомяков (Белова, Слепенков, 1978). Кроме того, о неполноценном питании (низкокалорийная диета с недостаточным содержанием белка) и нарушении процессов пищеварения (абсорбции) свидетельствует снижение концентрации магния, натрия, неорганического фосфора, кальция в плазме крови серебристых чаек, зараженных *D. dendriticum*. Это в первую очередь связано с тем, что дифиллоботрииды как достаточно крупные черви представляют собой мощных конкурентов хозяина за пищевые ресурсы. Понижение активности пищеварительных ферментов в месте локализации *D. dendriticum* в кишечнике хозяина свидетельствует в пользу данного утверждения (Куклина, 2015а).

Установлено, что в плазме крови серебристых чаек, зараженных дифиллоботриидами, значительно повышается содержание ЦИК. Скорее всего, это объясняется тем, что развитие патологического процесса при гельминтозах сопровождается образованием циркулирующих иммунных комплексов, возможно, содержащих антитела. Главная функция ЦИК — удаление из организма хозяина чужеродных антигенов. В ходе ранее проведенных экспериментальных исследований показано, что при паразитировании *D. dendriticum* в кишечнике чаек большое количество антител к антигенам *D. dendriticum* обнаружено в сыворотке крови (Сергеева, Фрезе, 2000). Авторы предположили, что нейтрализация антигенов червей происходит главным образом в крови серебристых чаек.

Активная физиологическая деятельность (рост, развитие, продукция яиц) дифиллоботриид в кишечнике приводит к интоксикации организма окончательного хозяина. Повышение содержания модифицированной формы альбумина в плазме крови и сорбционной способности эритроцитов свидетельствует о токсическом воздействии дифиллоботриид на организм хозяина. Указанные параметры представляют собой диагностические показатели эндогенной интоксикации организма животных (Троицкий и др., 1986; Тогайбаев и др., 1988). Вероятно, при активной физиологической деятельности ленточные черви выделяют метаболиты, токсичные для организма серебристой чайки. Более того, при инвазии дифиллоботриидами в плазме крови чаек повышается активность трансаминаз, изменение которых указывает на физиологическую нагрузку на клетки печени и нарушение ее работы.

Ранее проведено несколько исследований, посвященных изучению влияния некоторых видов ленточных червей на гематологические и биохимические показатели морских птиц (Куклина, Куклин, 2006, 2008; Куклина, 2015б). Сравнительный анализ показал идентичность изменений, происходящих при заражении серебристых и морских чаек дифиллоботриидами (*D. dendriticum*), тетработриидами (*Tetrabothrius erostris*) и гименолепидидами (*Microsomacanthus ductilus*). Во всех случаях при инвазии цестодами отмечено снижение концентрации общего белка, фосфолипидов и триглицеридов, а также повышение уровней модифицированной формы альбумина, мочевой кислоты и глюкозы. Установленные факты указывают на токсическое воздействие ленточных червей на организм чаек и конкурентные взаимоотношения за пищевые ресурсы между паразитами и хозяином. При этом необходимо отметить, что признаки анемии (снижение концентрации гемоглобина и общего количества эритроцитов) у серебристых чаек возникают только при дифиллоботриидной инвазии.

Таким образом, изменения гематологических и биохимических показателей наглядно свидетельствуют о значительном влиянии ленточных червей *D. dendriticum* на организм окончательного хозяина — серебристой чайки (нарушении процессов пищеварения и деятельности иммунной и кровеносной систем). Установленные изменения в физиологическом состоянии птиц также подтверждают наличие острой конкуренции дифиллоботриид и серебристой чайки за пищевые ресурсы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность администрации и сотрудникам Кандалакшского государственного природного заповедника за помощь в проведении полевых работ.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 15-04-02474а).

Список литературы

Аникиева Л. В., Берестов А. А., Берестов В. А., Гурьянова С. Д., Осташкова В. В. 1988. Дифиллоботриоз песцов. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР. 143 с.

Белова Л. В., Слепенков Ю. Д. 1978. Некоторые особенности липидного обмена при экспериментальном дифиллоботриозе. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 47 (3) : 68—72.

Белопольская М. М. 1952. Паразитофауна морских водоплавающих птиц. Уч. зап. ЛГУ. Сер. биол. наук. 28 : 127—180.

Болотников И. А. 1965. К методике определения элементов крови у птиц. Лабораторное дело. 4 : 212—213.

Галактионов К. В., Куклин В. В., Ишкулов Д. Г., Галкин А. К., Марасаев С. Ф., Марасаева Е. Ф., Прокофьев В. В. 1997. К гельминтофауне птиц побережья и островов Восточного Мурмана (Баренцево море). В кн.: Матишов Г. Г. (отв. ред.). Экология птиц и тюленей в морях северо-запада России. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 67—153.

Делямуре С. Л., Скрябин А. С., Сердюков А. М. 1985. Основы цестодологии. Дифиллоботрииды — ленточные гельминты человека, млекопитающих и птиц. М.: Наука. 199 с.

Камышников В. С. 2000. Справочник по клинико-биохимической диагностике. Минск. 2 : 495 с.

Кассирский И. А., Алексеев Г. А. 1962. Клиническая гематология. М.: Медгиз. 125 с.

Клинико-лабораторная диагностика инфекционных болезней (Руководство для врачей). 2001. СПб.: Фолиант. 384 с.

Куклин В. В. 2013. Модифицированная методика изготовления тотальных препаратов паразитических плоских червей. Российский паразитологический журнал. 4 : 66—67.

Куклин В. В., Кисова Н. Е. 2007. Гельминты чаек рода *Larus* Баренцева моря. Вестн. Южного научного центра. 3 (2) : 64—71.

Куклина М. М., Куклин В. В. 2006. Влияние гельминтной инвазии на биохимические показатели чаек рода *Larus* Баренцева моря. Доклады Академии наук. 411 (2) : 278—281.

Куклина М. М., Куклин В. В. 2008. Динамика физиологических параметров птенцов морской чайки (*Larus marinus*) при экспериментальном заражении цестодами *Microsomacanthus ductilus* (Cestoda: Hymenolepididae). Паразитология. 42 (1) : 21—30.

Куклина М. М. 2015а. Взаимоотношения в системе паразит-хозяин на примере *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Diphyllobothriidae) — серебристая чайка *Larus argentatus*. Доклады Академии наук. 463 (1) : 116—119.

Куклина М. М. 2015б. Биохимические показатели плазмы крови серебристой чайки при инвазии *Tetrabothrius erostris* (Cestoda: Tetrabothriidae). Российский паразитологический журнал. 4 : 79—84.

Лабораторные методы исследования в клинике. 1987. М.: Медицина. 368 с.

Леутская З. К. 1984. Витамины у гельминтов. В кн.: Шишов Б. А. (отв. ред.). Биохимия и физиология гельминтов и иммунитет при гельминтозах. Тр. ГЕЛАН. М.: Наука. 32 : 79—101.

Мазур О. Е., Пронин Н. М., Толочко Л. В. 2007. Гематологические и иммунологические характеристики птенцов серебристой чайки (*Larus argentatus*) при экспериментальном заражении *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Pseudophyllidae). Изв. РАН. Сер. биол. 4 : 420—427.

Мазур О. А., Пронин Н. М., Фомина А. С., Пронина С. В. 2013. Сравнительный анализ гематологических, микроморфологических и иммунологических реакций облигатных и необлигатных хозяев лентеца *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Pseudophyllidae). Российский паразитологический журнал. 1 : 54—60.

Матюшичев В. Б. 1990. Элементы статистической обработки результатов биохимического эксперимента. Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГУ. 132 с.

Сергеева Е. Г., Фрезе В. И. 2000. Антигенная коадаптация в паразитарных системах лентецы — окончательные хозяева и ее значение в формировании эпизоотологических процессов. В кн.: Фрезе В. И. (отв. ред.). Актуальные проблемы общей паразитологии: Исследования научной школы академика К. И. Скрябина. М.: Наука. 205—217.

Пронин Н. М., Тимошенко Т. М., Санжиева С. Д. 1989. Динамика яйцепродукции и плодовитость цестоды *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Pseudophyllidae). Паразитология. 23 (2) : 146—152.

Пронина С. В., Мазур О. Е., Пронин Н. М., Комарова Е. В., Качина Е. А. 2009. Патоморфология органов пищеварительной системы дефинитивных хозяев при инвазии лентецом чаечным *Diphyllobothrium dendriticum* в эксперименте. Ветеринарная медицина и морфология животных. 16 (3) : 14—19.

Тогайбаев А. А., Кургузкин А. В., Рикун И. В., Карибжанов Р. М. 1988. Способ диагностики эндогенной интоксикации. Лабораторное дело. 9 : 22—24.

Троицкий Г. В., Борисенко С. Н., Касымова Г. А. 1986. Инвертированный метод обработки электрофореграмм для выявления модифицированных форм альбумина. Лабораторное дело. 4 : 229—231.

Фрезе В. И. 1977. Лентецы Европы (экспериментальное изучение полиморфизма). В кн.: Рыжиков К. М. (отв. ред.). Цестоды и трематоды (морфология, систематика и экология). Тр. ГЕЛАН. М.: Наука. 174—204.

Artacho P., Soto-Gamboa M., Verdugo C., Nespolo R. F. 2007. Using haematological parameters to infer the health and nutritional status of an endangered black-necked swan population. Comparative Biochemistry and Physiology. 147 : 1060—1066.

Dick T. A., Nelson P. A., Choudhary A. 2001. Diphyllobothriasis: update on human cases, foci, patterns and sources of human infections and future considerations. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health. 32 (Suppl. 2) : 59—76.

Mallory M. L., Mclaughlin J. D., Forbes M. R. 2007. Breeding status, contaminant burden and helminth parasites of Northern Fulmars *Fulmarus glacialis* from the Canadian high Arctic. Ibis. 149 : 338—344.

Marval de F., Gottstein B., Weber M., Wicht B. 2013. Imported diphyllobothriasis in Switzerland: molecular methods to define a clinical case of Diphyllobothrium infection as *Diphyllobothrium dendriticum*, August 2010. Euro Surveillance. 18 (3) : 1—6.

Nyberg W. 1958. The uptake and distribution of Co^{60} labelled vitamin B_{12} by the fish tapeworm Diphillobothrium latum. Experimental Parasitology. 7 (2) : 178—190.

Sharp G. J. E., Secombes C. J., Pike A. W. 1990. The laboratory maintenance of *Diphyllobothrium dendriticum* (Nitzsch, 1824). Parasitology. 101 : 153—161.

Totzke U., Fenske M., Hüppop O., Raabe H., Schach N. 1999. The influence of fasting on blood and plasma composition of herring gulls (*Larus argentatus*). Physiological and Biochemical Zoology. 72 (4) : 426—437.

HEMATOLOGY AND BLOOD CHEMISTRY OF THE HERRING GULL *LARUS ARGENTATUS* INFESTED BY CESTODES *DIPHYLLOBOTHRIUM DENDRITICUM* (CESTODA: DIPHYLLOBOTHRIIDAE)

M. M. Kuklina, V. V. Kuklin

Key words: herring gull, *Larus argentatus*, *Diphyllobothrium dendriticum*, hematology, biochemistry of blood, eosinophils, anaemia.

SUMMARY

Hematological and plasma biochemical analyses and parasitological detection were carried out in the herring gull *Larus argentatus*. Hematological and plasma biochemical

parameters in uninfected gulls and gulls infected by *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Diphyllobothriidae) were compared. Hemoglobin content and numbers of erythrocytes were reduced; numbers of leukocytes and sorption capacity of erythrocytes were improved in blood of the infected herring gulls. Hematological index (eosinophil/lymphocyte ratio) in infected gulls increased 1.8 times in comparison with eosinophil/lymphocyte ratio in uninfected gulls. Metabolic imbalances in herring gulls infected by *D. dendriticum* were determined. Levels of the total protein, phospholipids, triglycerids, phosphorus, calcium, magnesium and sodium, and the activity of alkaline phosphatase decreased in plasma blood of infected gulls; at the same time, the content of the uric acid, glucose, modified albumin and circulatory immune complex and activities of transaminases and lactate dehydrogenase had increased. It is assumed that the obtained results testify to the appearance of abnormalities in the digestion processes and the activity of immune and circulatory systems caused by the invasion of gulls with *D. dendriticum*.